

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 9 日
Date of Application:

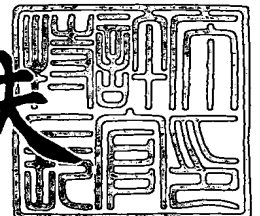
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 5 7 1 2 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 5 7 1 2 1]

出 願 人 株式会社東芝
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A000204337

【提出日】 平成14年12月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03B 42/02

【発明の名称】 X線平面検出器

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
究開発センター内

【氏名】 池田 光志

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
究開発センター内

【氏名】 岡 俊行

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
究開発センター内

【氏名】 山崎 六月

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
究開発センター内

【氏名】 熱田 昌己

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
究開発センター内

【氏名】 金野 晃

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 X線平面検出器
【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射X線を電荷に変換するX線電荷変換膜と、
前記X線電荷変換膜の両面に接して設けられた一对の電極とを具備し、
前記X線電荷変換膜は、金属ハロゲン化物からなり、前記一对の電極の少なくとも一方は、前記X線変換膜と格子整合する導電性膜であることを特徴とするX線平面検出器。

【請求項2】

入射X線を電荷に変換するX線電荷変換膜と、
アレイ状に配列されたそれぞれの画素に対応して前記X線電荷変換膜上に設けられた画素電極と、
それぞれの画素電極と接続されたスイッチング素子と、
各々1行のスイッチング素子と接続された信号線と、
各々1列のスイッチング素子に駆動信号を送る走査線と、
前記X線電荷変換膜の前記画素電極が設けられている面と反対側の面に設けられた共通電極とを具備し、
前記X線電荷変換膜は、金属ハロゲン化物を含み、前記画素電極と前記共通電極の少なくとも一方は、前記X線変換膜と格子整合する導電性膜であることを特徴とするX線平面検出器。

【請求項3】

前記X線電荷変換膜が、Pb、Hg、Sn、Bi、及びInからなる群から選ばれた金属の沃化物、臭化物、及び塩化物からなる群から選ばれた金属ハロゲン化物の少なくとも1種を含むことを特徴とする請求項1又は2に記載のX線平面検出器。

【請求項4】

前記X線電荷変換膜が、 PbI_2 、 HgI_2 、 SnI_2 、 BiI_3 、 InI 、及び InI_3 からなる群から選ばれた金属ハロゲン化物の少なくとも1種を含む

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の X 線平面検出器。

【請求項 5】

前記 X 線電荷変換膜は、 PbI_2 、 HgI_2 、 SnI_2 、 BiI_3 、 InI 、及び InI_3 からなる群から選ばれた金属ハロゲン化物の少なくとも 1 種を含み、その C 軸が基板に垂直になるように成膜され、前記電極は、a 軸が 4.5 オングストロームの六方晶系、a 軸が 6.45 オングストロームの面心立方、a 軸が 4.27 オングストロームの体心立方のいずれかであり、前記 X 線電荷変換膜と前記電極の少なくとも一方との格子不整合が 20% 以内であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の X 線平面検出器。

【請求項 6】

前記電極の少なくとも一方は、a 軸が (0001) にほぼ等価な六方晶系、a 軸が (111) にほぼ等価な面心立方、及び a 軸が (110) にほぼ等価な体心立方のいずれかであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の X 線平面検出器。

【請求項 7】

前記電極が画素電極である請求項 6 に記載の X 線平面検出器。

【請求項 8】

前記電極が共通電極である請求項 6 に記載の X 線平面検出器。

【請求項 9】

前記 X 線電荷変換膜が、Pb、Hg、Sn、Bi、及び In からなる群から選ばれた金属の沃化物、臭化物、及び塩化物からなる群から選ばれた金属ハロゲン化物の少なくとも 2 種のそれぞれを含む複数の膜の積層膜であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の X 線平面検出器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、医療用 X 線診断装置に使用される X 線平面検出器に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、医療分野においては、治療を迅速かつ的確に行うために、患者の医療デ

ータをデータベース化する方向へと進んでいる。これは、患者はしばしば複数の医療機関を利用するので、的確な治療行為を行うために他の医療機関のデータが必要になるためである。

【0003】

X線撮影の画像データについてもデータベース化の要求があり、それに伴って、X線撮影画像のデジタル化が望まれている。従来、医療用X線診断装置では、銀塩フィルムを使用して画像を撮影している。このような画像をデジタル化するためには、撮影したフィルムを現像した後、スキャナなどで読み取る操作が必要となり、手間と時間がかかっていた。

【0004】

最近、光電膜、加速電極、蛍光膜を備える大型の真空管と1インチ程度のCCDカメラを使用し、画像を直接デジタル化するイメージインテンシファイアTV (II-TV) 方式が実現されている。しかし、例えば肺の診断では、40cm×40cm程度の領域を撮影するため、光を集光する光学装置が必要であり、装置の大型化が問題になっている。また、地磁気による電子ビームの偏向による画像の歪みの発生、蛍光膜、CCD等の一連の電子、光学系による解像度の劣化による画質の低下が有る。

【0005】

これら2方式の問題を解決する方式として、a-Si TFT (アモルファスシリコン薄膜トランジスタ) を用いたX線撮像装置 (以下X線平面検出器とする) が提案されている (例えば、特許文献1参照)。

【0006】

このX線平面検出器では、a-Si TFT、光電変換膜及び画素容量により画素が構成され、この画素は縦横の各辺に数百個から数千個並んだアレイ状 (以下TFTアレイと呼ぶ) に配列されている。

【0007】

光電変換膜には電源からバイアス電圧が印加される。a-Si TFTは、信号線と走査線に接続しており、走査線駆動回路によってオン・オフ制御される。信号線の終端は、切り替えスイッチを介して信号検出用の増幅器に接続されてい

る。

【0008】

光が入射すると光電変換膜に電流が流れ、画素容量に電荷が蓄積される。走査線駆動回路で走査線を駆動し、1つの走査線に接続している全てのTFTをオンにすると、蓄積された電荷は信号線を通して増幅器側に転送される。切り替えスイッチで、1画素ごとに電荷を増幅器に入力し、CRT等に表示できるように順次信号に変換する。画素に入射する光の量によって電荷量が異なり、増幅器の出力振幅は変化する。

【0009】

このような方式は、増幅器の出力信号をA/D変換することで、直接デジタル画像にすることが出来る。更に、画素領域は、ノートパソコンに使用されているTFT-LCD（薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ）と同様の構造であり、薄型、大画面のものを容易に製作することが可能である。

【0010】

以上の説明は、入射したX線を蛍光体等で可視光線に変換し、変換した光を各画素の光電変換膜で電荷に変えるという間接変換方式のX線平面検出器についてのものである。

【0011】

これ以外に、画素に入射したX線を直接電荷に変換する直接変換方式のX線平面検出器がある。この直接変換方式のX線平面検出器では、光電変換膜で直接X線を電荷に変換し、画素容量に蓄積することが、間接変換型と異なる。即ち、間接変換型X線平面検出器から蛍光体を除いた構成を有する。

【0012】

この直接変換方式のX線平面検出器では、ガラス基板上に、キャパシタ電極、絶縁層及び補助電極の積層構造からなるキャパシタ（Cst）と、このキャパシタに接続されたスイッチングTFT及び保護用TFTが形成されている。これらの各部材の上に保護膜が形成されており、この保護膜には、補助電極上にコンタクトホールが形成されている。保護膜上には画素電極（コンタクトホールを介して補助電極と接続される）、X線電荷変換膜、及び共通電極（上部電極）が順次

積層されている。以上のように構成される画素は、アレイ状に配置される。

【0013】

X線が入射すると、X線は、X線電荷変換膜で電荷に変換され、電荷は共通電極と画素電極との間に印加された電界により加速され、キャパシタに蓄積される。スイッチングTFETは、走査線を介して駆動され、キャパシタに蓄積された電荷を信号線へ転送する。保護用TFETは過度の電荷が発生した場合に、電荷を逃がすように機能する。

【0014】

X線により発生した信号電荷は速やかに画素電極に到達し、蓄積容量に蓄積されなければならない。X線電荷変換膜内に信号電荷が残る場合には、前の画像パターンが残る残像や、解像度の低下等の画像不良が発生する。このような画像不良はX線電荷変換膜内に信号電荷が残り、新たにX線により発生した信号電荷の走行に影響を及ぼすために発生することが多い。また、X線電荷変換膜に欠陥が多い場合には、欠陥を通して電流が流れるため、暗電流が大きいという問題も発生する。

【0015】

従来、X線電荷変換膜を PbI_2 により構成することが知られており、 PbI_2 は材料的には優れた特性が期待されるが、実際に薄膜を形成した場合には結晶性が不十分なため、上記の様な、残像、解像度不良、大きな暗電流等の問題があるため、十分な特性の膜は実現できていないのが現状である（非特許文献1参照）。

【0016】

このような画像不良を改善するためには、X線電荷変換膜の膜質を改善することが必要である。しかし、通常、下地基板には余り品質の良くない多結晶のX線電荷変換膜が形成され、粒界やトラップが多数存在するために、残像や解像度の低下が避けられなかった。またこのような欠陥の多い膜では暗時の電流が大きいため、微弱なX線での検出が困難であった。

【0017】

【特許文献1】

米国特許第 4689487 号

【0018】

【特許文献 2】

R.A. Street et al., SPIE Vo.3659, p.36, 1999.

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、従来の X 線平面検出器用の感光膜では、品質の良い X 線電荷変換膜の形成は困難であった。このため、残像や解像度の低下を避けることは困難であった。

【0020】

本発明は、このような事情の下になされ、残像の発生や解像度の低下の画像不良を改善するとともに、暗時の電流が大きいことによる微弱 X 線での検出の困難さを解決した X 線平面検出器を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は、入射 X 線を電荷に変換する X 線電荷変換膜と、前記 X 線電荷変換膜の両面に接して設けられた一对の電極とを具備し、前記 X 線電荷変換膜は、金属ハロゲン化物からなり、前記一对の電極の少なくとも一方は、前記 X 線変換膜と格子整合する導電性膜であることを特徴とする X 線平面検出器を提供する。

【0022】

より具体的には、本発明は、入射 X 線を電荷に変換する X 線電荷変換膜と、アレイ状に配列されたそれぞれの画素に対応して前記 X 線電荷変換膜上に設けられた画素電極と、それぞれの画素電極と接続されたスイッチング素子と、各々 1 行のスイッチング素子と接続された信号線と、各々 1 列のスイッチング素子に駆動信号を送る走査線と、前記 X 線電荷変換膜の前記画素電極が設けられている面と反対側の面に設けられた共通電極とを具備し、前記 X 線電荷変換膜は、金属ハロゲン化物を含み、前記画素電極と前記共通電極の少なくとも一方は、前記 X 線変換膜と格子整合する導電性膜であることを特徴とする X 線平面検出器を提供する。

【0023】

以上のように構成されるX線平面検出器において、前記X線電荷変換膜は、Pb、Hg、Sn、Bi、及びInからなる群から選ばれた金属の沃化物、臭化物、及び塩化物からなる群から選ばれた金属ハロゲン化物の少なくとも1種を含むものとする事が出来る。

【0024】

特に、X線電荷変換膜は、 PbI_2 、 HgI_2 、 SnI_2 、 BiI_3 、 InI_3 、及び InI_3 からなる群から選ばれた金属ハロゲン化物の少なくとも1種を含む、ものとする事が出来る。

【0025】

更に、X線電荷変換膜は、 PbI_2 、 HgI_2 、 SnI_2 、 BiI_3 、 InI_3 、及び InI_3 からなる群から選ばれた金属ハロゲン化物の少なくとも1種を含み、そのC軸が基板に垂直になるように成膜され、電極は、a軸が4.5オングストロームの六方晶系、a軸が6.45オングストロームの面心立方、a軸が4.27オングストロームの体心立方のいずれかであり、X線電荷変換膜と電極の少なくとも一方との格子不整合を20%以内とすることが好ましい。

【0026】

また、電極の少なくとも一方は、a軸が(0001)にほぼ等価な六方晶系、a軸が(111)にほぼ等価な面心立方、及びa軸が(110)にほぼ等価な体心立方のいずれかとすることが望ましい。

【0027】

なお、上述の電極は、画素電極又は共通電極である。

【0028】

本発明のX線平面検出器において、X線電荷変換膜は、Pb、Hg、Sn、Bi、及びInからなる群から選ばれた金属の沃化物、臭化物、及び塩化物からなる群から選ばれた金属ハロゲン化物の少なくとも2種のそれぞれを含む複数の膜の積層膜とすることも可能である。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0030】

本発明のX線平面検出器において、X線電荷変換膜は、金属ハロゲン化物からなり、X線電荷変換膜に接する一对の電極の少なくとも一方は、X線電荷変換膜と格子整合する導電性膜であることを特徴とする。

【0031】

X線電荷変換膜を構成するX線感光材料として金属ハライドを用いるのは、金属ハライドのX線電荷変換効率が高いためである。金属ハライドとしては、X線の吸収効率を良くするために、X線吸収係数の大きい材料が好ましい。

【0032】

金属ハライドの金属としては、Pb, Hg, Tl, Bi, Cd, In, Sn, Sbが好ましい。これらの中では、吸収係数の大きいPb, Hg, Biが特に好ましい。環境影響の大きさという点ではHg, Pbは影響が大きいため、In, Bi, Snが好ましい。

【0033】

金属ハライドのハロゲンとしてはCl, Br, Iが好ましく、X線吸収係数の大きいIが特に好ましい。

【0034】

金属ハライドは、具体的には、 HgI_2 、 PbI_2 、 CdI_2 より InI 、 BiI_3 、 SnI_2 が好ましい。これらの材料は、図5に SnI_2 の例を示すように基本的には六方晶系であり、その格子常数は、下地基板の格子常数に近い値である。六方晶のc軸方向の抵抗率は高いため、このような材料によりX線電荷変換膜を構成することにより、暗時の電流を低く押さえることができ、そのため微小な信号を検出することができ、X線検出器の性能を上げることができる。

【0035】

BiI_3 等は、Iの六方構造の原子の一部が欠けているが、一部に欠けがあっても、格子整合の効果は六方構造が完全な場合と大差が無い。従って、これらの金属ハライドを、その格子常数に近い格子常数を有する材料からなる基板上に成

膜することにより、高品質のX線光電変換膜を作成することができる。

【0036】

X線光電変換膜の膜厚は、X線を十分に吸収できる膜厚とすれば良く、特に高抵抗半導体膜の膜厚は、光キャリア（電子又は正孔）がアドレス時間の1/10程度の時間に高抵抗膜を走行できるように選べば良い。

【0037】

金属ハライドの下地基板としては、バルクでも薄膜でも良い。基板材料としては、等価的な六方晶系の格子常数が金属ハライドに近い材料であるのが好ましい。

金属ハライドのハロゲンがIの場合について、六方晶系ではa軸が4.5オングストローム、面心立方ではa軸が6.45オングストローム、体心立方ではa軸が3.97オングストロームに近い材料であるのが好ましい。

【0038】

金属ハライドのハロゲンがBrでは、六方晶系、面心立方、体心立方でそれぞれ、3.88、5.49、3.38オングストロームである。また、金属ハライドのハロゲンがBrでは、六方晶系、面心立方、体心立方でそれぞれ、3.44、4.86、2.99オングストロームである。

【0039】

基板材料としては、金属ハライドの六方晶系のab面の格子常数に近い材料であるのが良い。金属ハライドのハロゲンがヨウ素の場合について、好適な材料を格子常数（括弧内：オングストローム）と共に以下に示す。もちろん、これらに限定されず、その格子常数が基板の格子常数に近いものであれば、他の材料でも良い。

【0040】

Se (4.36)、Te (4.46)、HgS (4.15)、CdS (4.14)、AgI (4.60)、Ca (3.98)、B₂O₃ (4.325)、RbCg (4.98)、Co₂N (4.6)、Cr₂N (4.75)、CoTa₂N₂ (5.16)、FeTa₂N₂ (5.16)、TaN (5.19)、V₂N (4.91)である。

【0041】

次に、基板が面心立方の場合について好適な材料を、格子常数(A)と共に示す。図5に示すように、面心立方の(111)面が六方の金属ハライドと格子整合する。この場合には、Ni(3.52)、Ge(5.65)、 α Sn(6.486)、CdSe(6.05)、InSb(6.478)、AlSb(6.1355)、GaSb(6.0955)、PbTe(6.46)、AgBr(5.77)、CdTe(6.48)、HgTe(6.46)、PbS(5.936)、AgI(6.496)である。

【0042】

次に、基板が体心立方の場合について好適な材料を、格子常数(オングストローム)と共に示す。図5に示すように、面心立方の(110)面が六方の金属ハライドと格子整合する。この場合には、 γ Ca(4.477)、Eu(4.606)、 γ Sr(4.84)、 β Th(4.11)、 β Tl(3.874)、SnO₂(4.21)、TiN(4.24)、ZrN(4.577)、HfN(4.526)、VN(4.14)、CrN(4.149)、TaN(4.38)である。菱面体の場合にも、六方晶系と同様の格子常数を有するのが好ましい。

【0043】

ハロゲンは反応性があるため、下地基板は耐薬品性の高い材料であるのが好ましい。上述した材料のうちで、六方晶系ではCdS(4.14)、B₂O₃(4.325)、RbC₈(4.94)、Co₂N(4.6)、Cr₂N(4.75)、CoTa₂N₂(5.16)、FeTa₂N₂(5.16)、TaN(5.19)、V₂N(4.91)が耐薬品性の点で好ましい。

【0044】

面心立方の場合では、Ge(5.65)、CdSe(6.05)、InSb(6.478)、AlSb(6.1355)、GaSb(6.0955)、PbTe(6.46)、CdTe(6.48)、HgTe(6.46)、PbS(5.936)が耐酸性の点で好ましい。

【0045】

体心立方の場合には、SnO₂(4.21)、TiN(4.24)、ZrN(

4. 577)、HfN (4. 526)、VN (4. 14)、CrN (4. 149)、TaN (4. 38) が耐薬品性の点で好ましい。

【0046】

下地基板の成膜方法は、スパッタ、蒸着、イオンプレーティング等、どのような方法でも良く、特に、バイアス印加により結晶構造、結晶方位を制御することが可能である。

【0047】

下地基板と金属ハライドの格子整合が10%以内であれば、下地基板上に結晶性の良好な金属ハライド膜を形成することが出来る。格子整合が20%までは、金属ハライドの結晶構造、配向性を制御することが出来たが、20%を超えると他の配向方向が混合し、結晶性及び結晶方向の制御性が悪くなってくる。このため、格子整合は20%以内であることが好ましい。なお、格子整合は、金属ハライド膜の格子常数を下地金属の格子常数で割った比の差である。

【0048】

以下、本発明の種々の実施例について説明する。

(第1の実施例)

本発明の第1の実施例について説明する。本実施例に係るX線平面検出器の画素断面図を図1に示す。以下、図1を参照して、本実施例に係るX線平面検出器の製造工程について説明する。

【0049】

まず、ガラス基板101上に、MoTa、Ta、Ta_N、Al、Al合金、Cu、MoW等からなる膜を1層、又はTaとTa_{N_x}の2層を、約300nmの厚さに堆積し、エッチングによりパターンニングして、スイッチングTFT402のゲート電極102、走査線(図示せず)、蓄積容量404の電極102a、及び蓄積容量線(図示せず)を形成する。

【0050】

次いで、プラズマCVD法により絶縁膜103として、SiO_x約300nm、SiN_xを約50nmの厚さに積層した後、アンドープa-Si層104を約100nmの厚さに、SiN_xからなるストッパ105を約200nmの厚さに

堆積する。

【0051】

ストッパ105を裏面露光法によりゲート電極102にあわせてパターンニングし、その上に n^+a-Si 層106を約50nmの厚さに堆積した後、トランジスタの形状にあわせて $a-Si$ 層104及び n^+a-Si 層106をエッチングし、 $a-Si$ からなる島を形成する。

【0052】

次に、画素エリア内外のコンタクト部の絶縁膜103をエッチングし、コンタクトホールを形成する。この上にMoを約50nm、Alを約350nm、そして更にMoを約20nm～50nmの厚さにスパッタ法により積層し、補助電極502、信号線408、TFTのソース、ドレインその他の配線を形成する。

【0053】

その後、 SiN_x を約200nm、その上にアクリル系樹脂（HRC：商品名、日本合成ゴム社製）を約1～約5 μm 、好ましくは約3.5 μm の厚さに積層して、保護膜107を形成する。HRCの代わりにBCBを用いても良い。

【0054】

保護膜107に補助電極502へのコンタクトホールを形成した後に、画素電極用金属としての V_2N 膜を成膜する。この V_2N 膜は、 V_2N をターゲットとしたスパッタ法により1000オングストロームの厚さに成膜する。 V ターゲットを用いて N_2 をArに添加した雰囲気ですパッタ法により形成しても良い。

【0055】

次に、この V_2N 膜上にレジストを用いて画素電極パターンを形成し、これをマスクとして CF_4 等のフッ素系ガスを使用したRIEにより V_2N 膜をパターンニングし、レジストを剥離して画素電極503を形成する。 V_2N は耐食性が高いため、ヨウ化物に対しても耐性が高く、また金属ヨウ化物との格子整合が良好であるため、金属ヨウ化物からなるX線電荷変換膜の下部電極として適している。

【0056】

その後、画素電極503上に高抵抗の SnI_2 層210を蒸着により約100

～1000 μm の厚さ、好ましくは300 μm の厚さに成膜する。成膜温度は200℃である。このような V_2N からなる画素電極503の上に成膜することにより、(001)配向の六方晶系の高品質のX線電荷変換膜としての SnI_2 層210を形成することが出来た。

【0057】

この SnI_2 層210上にCrを200nmの厚さにパターニングせずに成膜し、上部電極212を形成する。なお、高抵抗 SnI_2 層210の上又は下に暗電流のブロッキングの為にp型 SnI_2 層210a又はn型 SnI_2 層210bを形成してもよい。

【0058】

以上のようにして形成したTFEアレイX線電荷変換膜基板に周辺の駆動回路を実装して、X線平面検出器を完成した。このX線平面検出器を用いてX線画像の検出を行ったところ、他の格子常数の整合していないX線電荷変換膜を画素電極上に形成して得たX線平面検出器よりも、残像が少なく、解像度も改善され、大きな効果が認められた。

【0059】

(第2の実施例)

本発明の第2の実施例について説明する。本実施例に係るX線平面検出器の画素断面図を図2に示す。以下、図2を参照して、本実施例に係るX線平面検出器の製造工程について説明する。

【0060】

ガラス基板901上に立方晶系の(110)方向の Zr_2N からなる電極212を1000オングストロームの厚さに成膜する。 Zr_2N を(110)配向させるためには、イオンプレーティングやスパッタを用い、マイナスバイアスを基板に印加することにより、 Zr_2N の配向方向を制御することが出来る。

【0061】

電極212上に、高抵抗の PbI_2 層220を蒸着により約100～1000 μm 、好ましくは300 μm の厚さに成膜する。成膜温度は250℃である。このように Zr_2N からなる電極212の上に成膜することにより、(001)配

向の六方晶系の高品質の PbI_2 層 220 を形成することができる。

【0062】

この PbI_2 層 220 上に下部電極 213 を形成する。この下部電極 213 上に有機導電膜をコートし、別途、第 1 の実施例と同様に形成した TFT アレイ基板の画素ピッチに合わせて光露光と現像によりパターンニングし、接続電極柱 214 を形成する。

【0063】

このようにして得た基板を、第 1 の実施例と同様にして別途作成した TFT アレイ基板の ITO 画素電極 503 と接合させて、X 線電荷変換膜のアレイを完成させる。なお、高抵抗 PbI_2 層 220 の上又は下に、暗電流ブロッキング層としての p 型 PbI_2 層 220a 又は n 型 PbI_2 層 220b を設けても良い。

【0064】

以上のように形成した TFT アレイ X 線感光膜基板に、周辺の駆動回路を実装して、X 線平面検出器を完成した。この X 線平面検出器を用いて X 線画像の検出を行ったところ、他の格子常数の整合していない X 線電荷変換膜を電極上に形成して得た X 線平面検出器よりも、残像が少なく、解像度も改善され、大きな効果が認められた。

【0065】

(第 3 の実施例)

本発明の第 3 の実施例について説明する。本実施例に係る X 線平面検出器の画素断面図を図 3 に示す。以下、図 3 を参照して、本実施例に係る X 線平面検出器の製造工程について説明する。

【0066】

まず、ガラス基板 101 上に第 1 の実施例と同様に TFT アレイを作成する。次いで、画素電極用金属としての V_2N を、 V_2N をターゲットとしてスパッタ法で 1000 オングストロームの厚さに成膜する。 V_2N 層は、 V ターゲットを用いて N_2 を Ar に添加した雰囲気ですパッタ法により形成しても良い。

【0067】

次に、この V_2N 層上に画素電極の形状のレジストパターンを形成し、このレ

ジストパターンをマスクとして CF_4 等のフッ素系ガスによるRIEにより、 V_2N 層をパターンニングする。レジストを剥離して画素電極503を完成する。

【0068】

V_2N は耐食性が良好である、ヨウ化物に対する耐性が高く、またヨウ化物との格子整合が良好であるため、金属ヨウ化物の下地電極として適している。

【0069】

画素電極503上に、高抵抗の InI 層230を蒸着により約 $50\mu\text{m}$ の厚さに成膜する。次いで、この InI 層230上に高抵抗の SnI_2 層240を $100\sim1000\mu\text{m}$ 、好ましくは $300\mu\text{m}$ の厚さに成膜する。成膜温度は 200°C である。次に、この SnI_2 層240上に高抵抗の BiI_3 層250を $50\mu\text{m}$ の厚さに蒸着により成膜する。

【0070】

更に、この BiI_3 層250上に Cr を 200nm の厚さにパターンニングすることなく成膜し、上部電極212を形成する。

【0071】

このように、 InI 層230/ SnI_2 層240/ BiI_3 層250と積層することにより、低い暗電流のブロッキング効果を実現することが出来る。 InI 、 SnI_2 、 BiI_3 のバンドギャップはそれぞれ、 2.01 、 2.45 、 1.73eV であり、正孔及び電子を良好にブロッキングすることの可能なバンド構造となっている。

【0072】

更に、 InI 、 SnI_2 、 BiI_3 は、前述のように六方晶と見なすことができ、この場合、 $a=4.6$ 、 $c=7.0$ に非常に近い値を取るため、格子不整合が非常に小さく、格子整合性が良好であるため、欠陥の発生は殆ど無い。

【0073】

以上のように形成したTFTアレイX線感光膜基板に、周辺の駆動回路を実装して、X線平面検出器を完成した。このX線平面検出器を用いてX線画像の検出を行ったところ、他の格子常数の整合していないX線電荷変換膜を電極上に形成して得たX線平面検出器よりも、残像が少なく、解像度も改善され、大きな効果

が認められた。また、良好な暗電流ブロッキング効果のために、暗電流が非常に小さく、微弱な信号も検出できるという優れた効果が認められた。

【0074】

(第4の実施例)

本発明の第4の実施例について説明する。本実施例に係るX線平面検出器の画素断面図を図4に示す。以下、図4を参照して、本実施例に係るX線平面検出器の製造工程について説明する。

【0075】

まず、ガラス基板101上に第1の実施例と同様にTFTアレイを作成する。次いで、画素電極用金属としての V_2N を、 V_2N をターゲットとしてスパッタ法で1000オングストロームの厚さに成膜する。 V_2N 層は、 V ターゲットを用いて N_2 を Ar に添加した雰囲気ですパッタ法により形成しても良い。

【0076】

次に、この V_2N 層上に画素電極の形状のレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクとして CF_4 等のフッ素系ガスによるRIEにより、 V_2N 層をパターンニングする。レジストを剥離して画素電極503を完成する。

【0077】

V_2N は耐食性が良好であるため、ヨウ化物に対しても耐性が高く、またヨウ化物との格子整合が良好であるため、金属ヨウ化物の下地電極として適している。

【0078】

この画素電極503上に高抵抗の $Sn_{0.5}In_{0.5}Br_2$ 層260を蒸着により約 $50\mu m$ の厚さに成膜する。この $Sn_{0.5}In_{0.5}Br_2$ はp型となるため、更にブロッキング効果が良好である。この $Sn_{0.5}In_{0.5}Br_2$ 層260上に高抵抗の $SnBr_2$ 層270を $100\sim 1000\mu m$ 、好ましくは $300\mu m$ の厚さに成膜する。成膜温度は $200^\circ C$ である。

【0079】

次に、この $SnBr_2$ 層270上に高抵抗の $Sn_{0.5}Bi_{0.5}Br_{0.5}$ 層280を $50\mu m$ の厚さに蒸着により成膜する。 $Sn_{0.5}Bi_{0.5}Br_{0.5}$ はn型である

ため、更にブロッキング効果が大きい。

【0080】

この $\text{Sn}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{Br}_{0.5}$ 層280上にCrを200nmの厚さにパターンニングすることなく成膜し、上部電極212を形成する。

【0081】

このように、 $\text{Sn}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{Br}_2$ 層260/ SnBr_2 層270/ $\text{Sn}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{Br}_{0.5}$ 層280と積層することにより、低い暗電流のブロッキング効果を実現することが出来る。 $\text{Sn}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{Br}_{0.5}$ 、 SnBr_2 、のバンドギャップは、 SnBr_2 が大きく、 $\text{Sn}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{Br}_{0.5}$ 、 $\text{Sn}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{Br}_{0.5}$ はそれより小さいため、正孔及び電子を良好にブロッキングすることの可能なバンド構造となっている。

【0082】

更に、 $\text{Sn}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{Br}_2$ 、 SnBr_2 、 $\text{Sn}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{Br}_{0.5}$ は、前述のように六方晶と見なすことができ、この場合、それぞれの格子常数は、 $a=3.9$ 、 $c=5.5$ と非常に近い値を取るため、格子不整合が非常に小さく、格子整合性が良好であるため、欠陥の発生は殆ど無い。

【0083】

以上のように形成したTFETアレイX線電荷変換膜基板に、周辺の駆動回路を実装して、X線平面検出器を完成した。このX線平面検出器を用いてX線画像の検出を行ったところ、他の格子常数の整合していないX線電荷変換膜を電極上に形成して得たX線平面検出器よりも、残像が少なく、解像度も改善され、大きな効果が認められた。また、良好な暗電流ブロッキング効果のために、暗電流が非常に小さく、微弱な信号も検出できるという優れた効果が認められた。

【0084】

なお、上記のハロゲン化物の混晶は $\text{Sn}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{Br}_2$ の組成に限定されず、 $\text{Sn}_x\text{In}_{(1-x)}\text{Br}_2$ の様に、 x を0-100%の範囲に制御してブロッキング効果及び検出器特性の大きい組成を用いれば良い。これはどのI、Br、Clのハロゲン化物に対して同様の効果を持つ。

【0085】

また、実施例 3, 4 のように異なる金属に対して同じハロゲン (I, Br, Cl) を用いる積層構造の効果は金属ハロゲン化物と必ずしも格子整合した基板を用いなくとも単独の効果として存在する。これは下地のハロゲン化金属と構成整合する効果により上層のハロゲン化物の結晶性が改善するためである。たとえば $\text{Sn}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{Br}_2$ 層 260 を格子整合していない金属の上に蒸着し、この上に SnBr_2 層 270 を形成し、その上に SnBr_2 層 270 を形成する場合、上層の SnBr_2 層 270 と $\text{Sn}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{Br}_{0.5}$ 層の結晶性が下地の金属ハロゲン化物と格子整合が良好なため結晶性が改善するためである。

【0086】

以上、本発明の種々の実施例について説明したが、本発明はこれら実施例に何ら限定されるものではない。X線電荷変換膜を構成するX線感光材料としては、金属ハライドであれば、どのようなものでもよい。なお、X線電荷変換膜を複数層の積層により構成する場合には、ハロゲンを共通とすることが望ましい。ハロゲンが同じで有れば、金属ハライドの格子常数は殆ど同一であり、且つ異なるバンドギャップに調整することができる。これにより、欠陥の増加が殆ど無しに良好な暗電流のブロッキング効果を実現することができる。

【0087】

以上の実施例では、TF Tが形成される基板としてガラス基板を用いたが、本発明ではガラス基板に限らず、TF Tが形成されるものならどのようなものでも良く、耐熱性のプラスチック等を用いても良い。その場合、X線平面検出器全体に可塑性を持たせることも可能となる。

【0088】

以上の実施例では、TF Tを形成する半導体としてa-Siを用いたが、これに限らず、ポリシリコン (p-Si)、CdSe等により形成しても良い。p-Siで形成すると、p-Siの移動度が高いことからTF Tを小さくすることが出来るため、画素の有効エリアが拡大し、また、周辺回路も同じガラス基板上に作成することができるため、周辺回路を含めた製造コストが安くなる、という効果もある。

【0089】

TFTの構造としては、ゲート上置き型でもゲート下置き型でも良い。

TFTを覆う保護膜107としては、無機材料の SiN_x や、 SiO_2 、また有機材料のポリイミド類 ($\epsilon = \text{約} 3.3$ 、耐圧約 300 V/mm) や、ベンゾシクロブテン ($\epsilon = \text{約} 2.7$ 、耐圧約 400 V/mm)、JSR (株) 製アクリル系感光樹脂HRC ($\epsilon = \text{約} 3.2$)、黒色レジスト等を用いれば良く、これらを必要に応じて積層しても良い。保護膜107としては、フッ素系樹脂も比誘電率が小さい($\epsilon = \text{約} 2.1$)ため、有効である。保護膜107は感光性でなくても良いが、感光性の材料の方がパターンニングが容易であるので有効である。

【0090】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、格子常数の整合していないX線電荷変換膜を電極上に形成して得たX線平面検出器よりも、残像が少なく、解像度が改善されたX線平面検出器を得ることが出来る。また、X線信号変換膜の特性も安定するため、成膜の歩留まりを改善できた、高効率でダイナミックレンジの広い高性能のX線平面検出器を得ることが出来る。特に、X線電荷変換膜をバンドギャップの異なる複数層の積層構造により構成することにより、良好な暗電流ブロッキング効果を得ることが出来、暗電流が非常に小さく、微弱な信号も検出できるという優れた効果を有するX線平面検出器を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例に係るX線平面検出器の断面図である。

【図2】 本発明の第2の実施例に係るX線平面検出器の断面図である。

【図3】 本発明の第3の実施例に係るX線平面検出器の断面図である。

【図4】 本発明の第4の実施例に係るX線平面検出器の断面図である。

【図5】 SnI_2 層が下地基板と格子整合する状態を示す図。

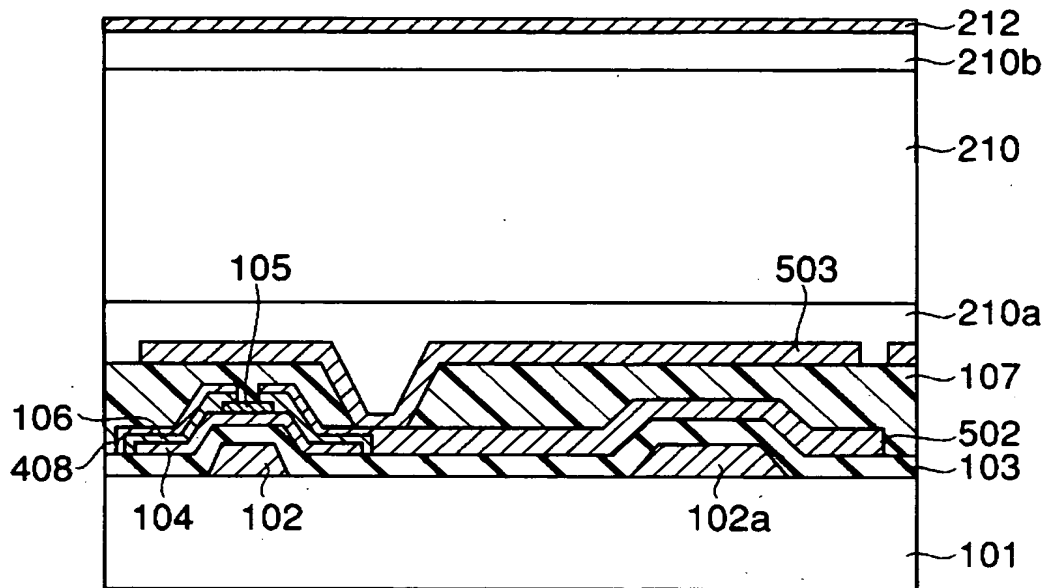
【符号の説明】

101…ガラス基板、102…ゲート電極、103…絶縁膜、104… $a\text{-Si}$ 層、105…ストッパ、106… $n^+a\text{-Si}$ 層、107…保護膜、210…高抵抗 SnI_2 層、210a… p 型 SnI_2 層、210b… n 型 SnI_2 層、212…共通電極、220…高抵抗 PbI_2 層、220a… p 型 PbI_2 層

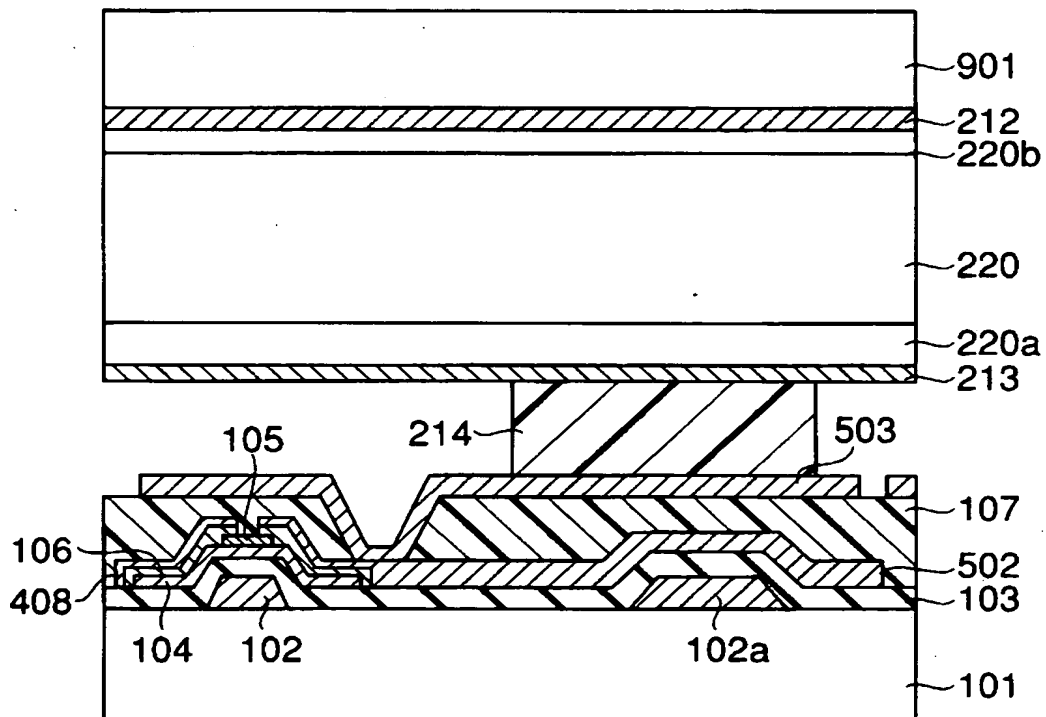
、220b...n型 PbI_2 層、230... InI 層、240... SnI_2 層、250... BiI_3 層、260... $\text{Sn}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{Br}_2$ 層、270... SnBr_2 層、280... $\text{Sn}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{Br}_{0.5}$ 層、408, 502...信号線及び蓄積容量保護電極用Al配線、503...画素電極。

【書類名】 図面

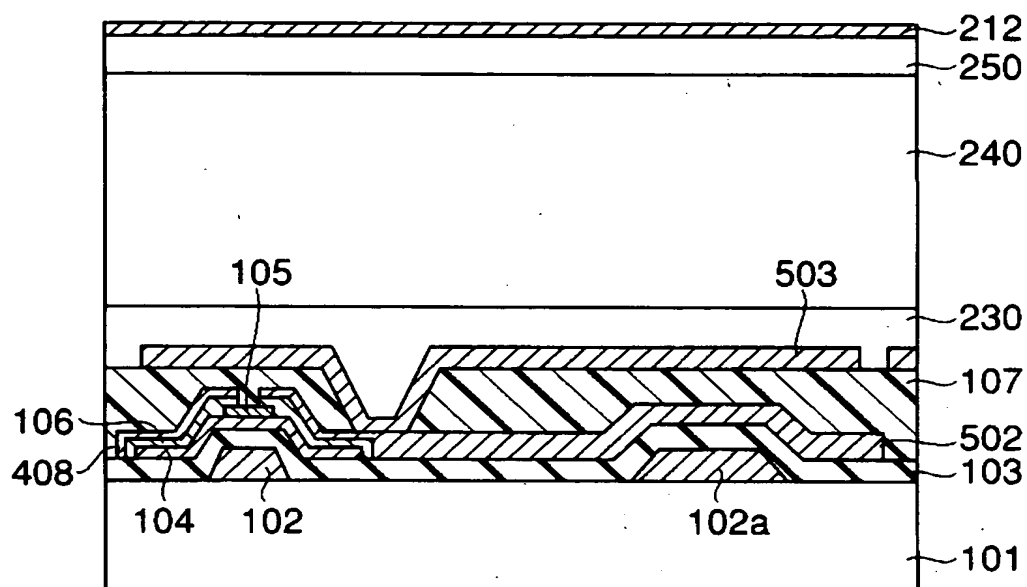
【図 1】



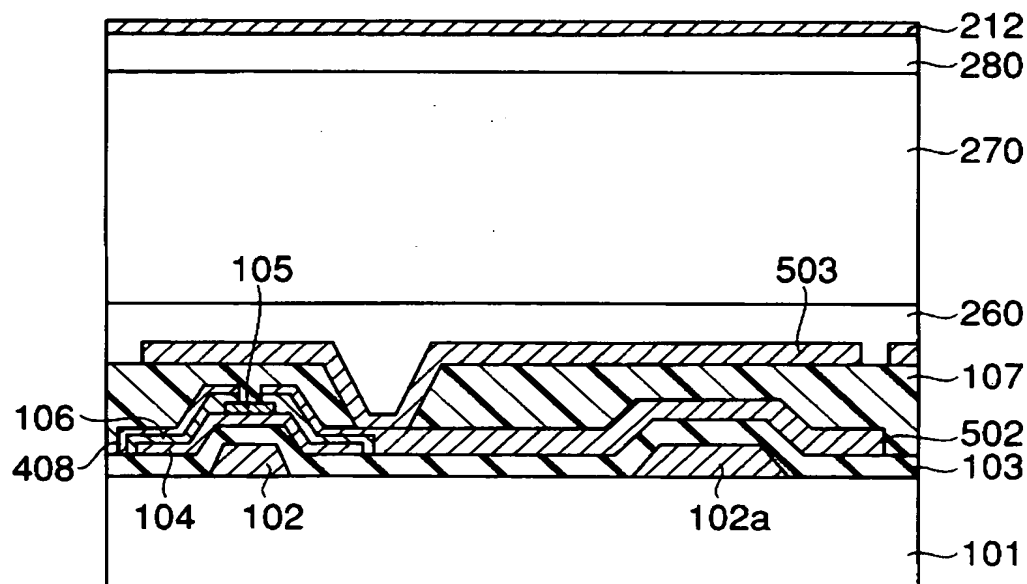
【図 2】



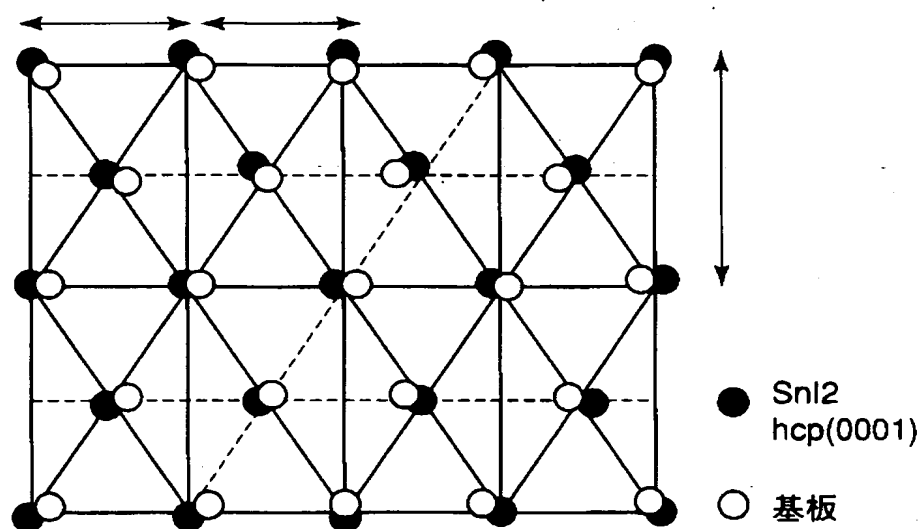
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、品質の良い感光膜を形成し、残像や解像度の低下の少ない X線検出器を提供することを目的とする。

【解決手段】 入射 X線を電荷に変換する X線電荷変換膜と、アレイ状に配列されたそれぞれの画素に対応して前記 X線電荷変換膜上に設けられた画素電極と、それぞれの画素電極と接続されたスイッチング素子と、各々 1 行のスイッチング素子と接続された信号線と、各々 1 列のスイッチング素子に駆動信号を送る走査線と、前記 X線電荷変換膜の前記画素電極が設けられている面と反対側の面に設けられた共通電極とを具備し、前記 X線電荷変換膜は、金属ハロゲン化物を含み、前記画素電極と前記共通電極の少なくとも一方は、前記 X線変換膜と格子整合する導電性膜であることを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2002-357121

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日
[変更理由]

2001年 7月 2日

住所変更

住 所
氏 名

東京都港区芝浦一丁目1番1号
株式会社東芝